

立面図・見取図・立体の変換過程時における視線移動の特徴

京都教育大学 黒 田 恭 史

京都教育大学大学院 中 島 悠

立命館大学 岡 本 尚 子

抄 録

算数科の立体図形の学習においては、見取図などから正確に立体を想起したり、立体図形から立面図や平面図を抽出したりすることのできる能力の育成が重要である。そのため、図形に対する着眼点を向上させるような指導方法が求められている。現在では、視線移動計測装置の発展により、学習者が立体図形や立面図を観察する際の視線移動を容易かつ正確に計測・分析することが可能となった。

本稿では、大学生を対象に、複合的な立体図形の見取図を提示し、一方向からの立面図を記す課題と、複合的な立体図形を5方向から見た立面図と平面図を提示し、立体を構成する課題の視線移動をそれぞれ計測し、その特徴について分析した。これらの結果は、立体図形の指導方法を検討する上での基礎データとして位置付けられるものである。

Key Words： 数学教育、視線移動、空間図形

1. はじめに

立体図形は、図形教育の領域において、児童生徒の理解困難な内容の一つである⁽¹⁾。その要因として、立体図形を実際に用い、操作や活動を通して学習するといった体験が乏しいことや、系統的な教育内容の配列が十分ではないことなどが挙げられてきた⁽²⁾。

立体図形は、視覚的に図形を確認できることから、計算問題における計算手順と違って、問題解決時における着目すべき観点や解決方法については、各児童生徒に委ねる傾向が強い。教師は、学習者が立体図形を正確に把握できているという前提のもと、授業を展開する傾向にある。そのため、計算問題は得意であるのに対して、図形問題は苦手であるという児童も少なく

ない。また、平面にかかれた立体図形の見取図から正しく立体を想起したり、立体図形の切断や辺同士の関係を正しく捉えることができないことなども、問題とされてきた⁽³⁾。

こうした問題点を解決するためには、従来のテスト調査やインタビュー調査などに加え、学習者の各種器官の生理学的データを計測・分析した研究を行っていくことが重要である⁽⁴⁾。とりわけ、学習者がどこに着眼していたかを記録できる視線移動計測技術は、視覚情報をより多く必要とする図形領域において、有用性の高いデータになると考えられる。近年では、軽量かつ容易に視線移動を計測できる装置が開発されており、通常の活動状態における視線移動を計測することが可能となっている⁽⁵⁾。人間の高次認知機能を解明する上での一指標として、

様々な分野で視線移動が活用されつつある⁽⁶⁾。

算数・数学教育研究の分野においては、解答方略獲得に時間を要する「虫食い算」課題を用いた視線移動の特徴が検討されている⁽⁷⁾。また、教師教育に関して、教育経験に差のある教師が、実際の教育場面において学習者に向ける視線にどのような差異があるのかについて報告がなされている⁽⁸⁾。このように、教育学の各種分野においても、より学習場面に即した視線移動データの取得・分析が行われるようになってきている。

本稿では、複合的な立体図形を対象に、立面図、見取図、立体間における相互の変換過程に着目し、学習者の立体図形の把握においてどのような視線移動の特徴があるのかを生理学的に解明することを目的とする⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。立体の学習では、図形を考察する着眼点の適否が、問題解決の可否に大きく影響を及ぼすと考えられることから、解答過程における視線移動の特徴解明は、指導方法考案における生理学的データの一つとして重要になると考えられる。視線移動の特徴の違いによって、立体図形把握に差異が生じるとすれば、その分析をもとに、望ましい立体図形観察時の着眼点を提案することにつながるのではないかと考えている。

被験者は、視線移動データの安定的な計測と、事後のインタビューでも十分な情報取得が可能な大学生とすることで、基礎データを取得する。

実験課題は、以下の2つとする。実験1（見取図から立面図への変換実験）は、立方体を組み合わせた複合的な立体を提示し、指定された1方向からの立面図を解答するものである。実験2（立面図から立体への変換実験）は、ブロックで作製した複合立体図形の前後左右4方向からの立面図と上方からの平面図を提示し、ブロックを用いて同一の立体を作製するものである。

2. 見取図から立面図への変換実験

（実験1）

実験1では、立方体を組み合わせた立体図形の見取図から、それを1方向からの立面図へ変換する過程における学習者の視線移動の特徴について検討する。

2.1. 実験概要

- (1) 実験期間：2013年11月、4日間
- (2) 実験場所：佛教大学 11号館 会議室
- (3) 被験者：大学生4名（男性2名、女性2名；20歳1名、21歳2名、22歳1名）
- (4) 視線移動計測装置：アイマークレコーダ EMR-9（ナックイメージテクノロジー製）
- (5) 計測方法：被験者は視線移動計測装置を装着し、机上で問題を解く。被験者の見ている映像とその視線は、計測者側のディスプレイに映し出され、適切な視線計測が実施されているかを常に確認することができる状態とする（図1）。同時に、計測装置内にこれらの映像が録画される。

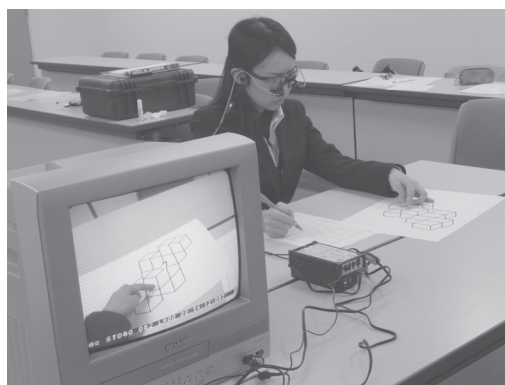


図1 実験課題遂行場面

2.2. 実験課題

課題は等角投影法で描かれた複合立体図形の見取図をもとに、ある一定の方向（矢印の方向）から見た場合の立面図を解答するというものである。実験課題は3問（課題1～3）あり、課題間には60秒間の休憩がある（図2）。実験課題の立体図形はA3サイズ用紙にかかれており、

解答は格子が記されたA4サイズの解答用紙に○印を付させ、修正が必要な場合には×印を付させる(図3)。各課題の制限時間は5分間(300秒間)である。時間内に完成した場合は、被験者の合図により終了する。実験実施の前には、準備として、被験者に単純な図形課題3問を解答させ、解答方法の正確な理解を確認してから本実験に取り組ませる。

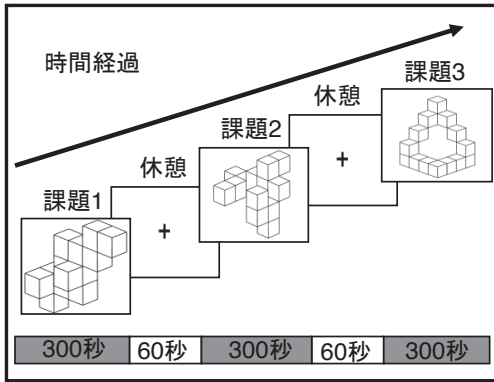


図2 実験手順

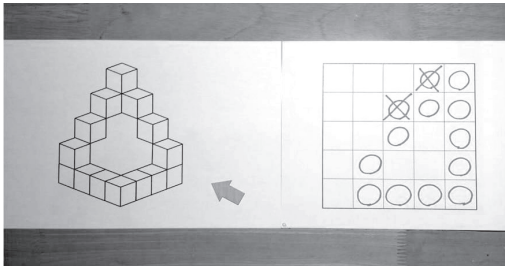


図3 解答方法

2.2.1. 課題1について

課題1の立体図形は、出っ張った立方体によって、隠れて見えない部分の立方体を正確に把握し記入するというものである(図4)。

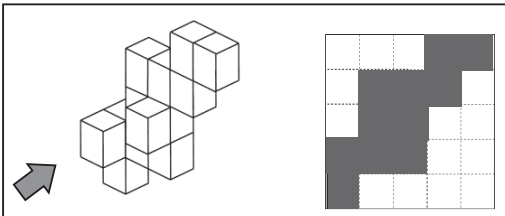


図4 課題1とその立面図

2.2.2. 課題2について

課題2の立体図形は、空洞を伴って前後に立方体が重なった状態になっており、どの立方体同士が重なりのある関係にあるのかを正確に把握し記入するというものである(図5)。

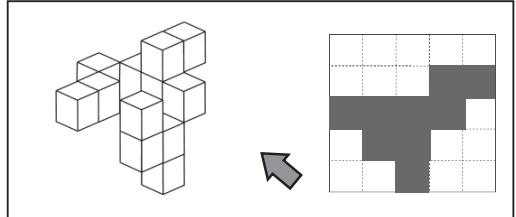


図5 課題2とその立面図

2.2.3. 課題3について

課題3の立体図形は、真ん中に大きめの空洞があるため、それらの空洞が立面図において立方体がいくつ分になるのかを正確に把握し、記入するというものである(図6)。

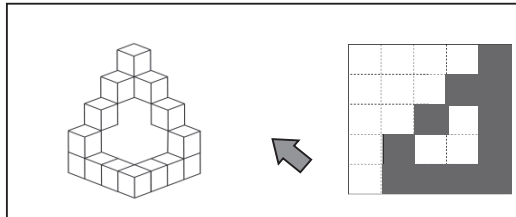


図6 課題3とその立面図

2.3. 結果

2.3.1. 解答結果

被験者4名(被験者A～D)の内、被験者Dは完答、他の3名は課題1のみ誤答であった。誤答の特徴として、立面図と見取図の対応する箇所が一カ所ずれている解答や、出っ張りによって隠れた箇所の記入がない解答が見られた。

表1は、各課題の4名の解答所要時間とその平均である。課題2から課題3にかけて所要時間の大幅な減少が見られる。

2.3.2. 視線移動計測データ分析方法

データ分析に際しては、図7のように、立方体の各面に番号(以下、面番号と記す)を付し、

被験者が立体図形のどの箇所を注視しているのかを1秒ごとに分析・整理した。

表1 解答所要時間平均 (秒)

	課題1	課題2	課題3
被験者A	40	44	38
被験者B	247	170	40
被験者C	49	31	26
被験者D	54	81	41
平均	97.5	81.5	36.3

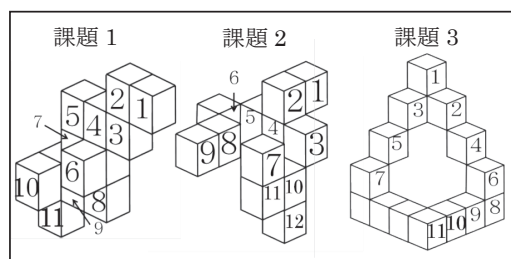


図7 各課題における面番号

2.3.3. 注視点の特徴

表2は、被験者4名それぞれの各課題における面番号ごとの注視時間である。灰色で示した部分が、各課題において最も長い時間、注視していた面である。また、表3は4名の注視時間の平均である。

表2及び表3より、課題1では、面番号6を中心に、面番号3、4、8、9、10、11の注視時間が長い。出っ張った面番号6によってその周辺が隠れているために、見えない面を把握するのに時間を要したことが予想される。見えない部分は、それを隠している立体体を見ながら、辺のつながりや位置関係を想起していたと考えられる。

課題2では、面番号7を中心に、面番号3、5、8の注視時間が長い。面番号7と8の間や、面番号7と3、4、5間に、立体のない空間があるため、その周辺部分の関係性を把握するのに時間を要したと予想される。立方体の間に立方体

ない空間が含まれることで、前後、上下、左右などの関係性の把握に困難性が生じたと考えられる。

課題3では、面番号4を中心に、面番号2、5、6、7、9の注視時間が長い。横のつながりで図形を見た場合、面番号2と3よりも、4と5、6と7の間の方が離れている距離が長いことから、空洞の大きさや関係性の把握に時間を要したと予想される。重なりがない場合においても、立方体同士に距離がある場合には、他の部分からの情報を考え合わせる必要があり、空洞の大きな部分の関係性の把握に困難性が生じたと考えられる。

表2 各被験者の面番号別の注視時間 (秒)

被験者	課題1		課題2		課題3	
	面番号	秒	面番号	秒	面番号	秒
被験者A	1	4	1	1	1	3
	2	3	2	4	2	6
	3	4	3	7	3	2
	4	5	4	4	4	6
	5	2	5	6	5	3
	6	6	6	4	6	3
	7	5	7	6	7	4
	8	2	8	1	8	1
	9	3	9	1	9	3
	10	3	10	7	10	3
	11	3	11	2	11	4
			12	1		
被験者B	面番号	秒	面番号	秒	面番号	秒
	1	7	1	1	1	1
	2	7	2	12	2	3
	3	25	3	26	3	1
	4	19	4	15	4	10
	5	3	5	23	5	3
	6	56	6	3	6	7
	7	13	7	36	7	4
	8	23	8	23	8	2
	9	40	9	9	9	4
	10	28	10	9	10	4
	11	26	11	12	11	1
			12	1		
被験者C	面番号	秒	面番号	秒	面番号	秒
	1	3	1	3	1	2
	2	4	2	4	2	2
	3	4	3	6	3	2
	4	4	4	4	4	3
	5	1	5	1	5	5
	6	11	6	2	6	3
	7	4	7	2	7	2
	8	5	8	1	8	3
	9	7	9	1	9	2
	10	4	10	3	10	1
	11	2	11	3	11	1
			12	1		
被験者D	面番号	秒	面番号	秒	面番号	秒
	1	1	1	3	1	1
	2	2	2	8	2	3
	3	3	3	5	3	3
	4	4	4	4	4	9
	5	1	5	9	5	6
	6	15	6	6	6	5
	7	6	7	13	7	4
	8	4	8	14	8	1
	9	8	9	4	9	5
	10	5	10	7	10	2
	11	5	11	5	11	2
			12	3		

表3 面番号別の注視時間の平均（秒）

課題1		課題2		課題3	
面番号	秒	面番号	秒	面番号	秒
1	3.8	1	2.0	1	1.8
2	4.0	2	7.0	2	3.5
3	9.0	3	11.0	3	2.0
4	8.0	4	6.8	4	7.0
5	1.8	5	9.8	5	4.3
6	22.0	6	3.8	6	4.5
7	7.0	7	14.3	7	3.5
8	8.5	8	9.8	8	1.8
9	14.5	9	3.8	9	3.5
10	10.0	10	6.5	10	2.5
11	9.0	11	5.5	11	2.0
		12	1.5		

2.4. 実験1のまとめ

複合立体図形の見取図から立面図を解答する課題において、視線移動計測装置による実験を行った結果、次の3点が明らかになった。

- 1) 出っ張り部分が特徴的な立体の場合、出っ張り部分やその周辺の注視時間が長くなる傾向にある。
- 2) 立体同士の間空間がある場合、空間を挟む前後・左右・上下などの立体部分の注視時間が長くなる傾向にある。
- 3) 立体図形同士が重ならず、空洞がある場合、左右に距離がより離れた立体部分の注視時間が長くなる傾向にある。

見取図（三次元的情報）を立面図（二次元）に変換する過程においては、立方体同士が凹凸で隠れたり、立体のない空間を挟んで前後に重なり合ったりするような部分、さらには空洞があるために立体同士が離れた位置関係にある部分に視線が集中する傾向があるなど、難度の高いと予想される点に視線が集中することが明らかになった。

3. 立面図から立体への変換実験

（実験2）

実験2では、立面図に該当する前・後・左・右・上の5方向からの二次元情報から、三次元の立体を構成する過程における学習者の視線移動の特徴について検討する。

3.1. 実験概要

- (1) 実験期間：2014年11月、4日間
- (2) 実験場所：京都教育大学 1号館 A棟 406演習室
- (3) 被験者：大学生10名（男性3名、女性7名；19歳3名、20歳3名、21歳1名、22歳2名、23歳1名）
- (4) 視線移動計測装置：アイマークレコーダ EMR-9（ナックイメージテクノロジー製）
- (5) 計測方法：視線移動計測装置の装着と配置した機器は、実験1と同様である。

3.2. 実験課題

課題は、ブロックで組み合わせた立体を、前・右・後・左・上の5方向から撮影した画像をもとに、同じ立体を作製するというものである。図8は、実験課題遂行場面であり、被験者は前方のディスプレイを見ながら、立体を作製している。実験課題は3問（課題4～6）あり、課題間には60秒間の休憩がある（図9）。課題3問は、すべて形が異なる立体であるが、いずれの課題も使用するブロックの突起は2×4のものを10個使用しており、高さは3段である。被験者には、必要なブロック数は伝えず、手元に22個のブロックを用意した。各課題の制限時間は5分間（300秒間）である。それ以前に完成した場合は、被験者の合図により終了する。



図8 実験課題遂行場面

被験者の前方ディスプレイには、各課題それぞれ、図10～12の画面が表示され、画面下側の、前、右、後、左、上のマークをマウス操作でクリックすると、5方向それぞれの画像に自由に変更することができる。図13は、課題4における立体の5方向からの立体の画像を並べて示したものである。

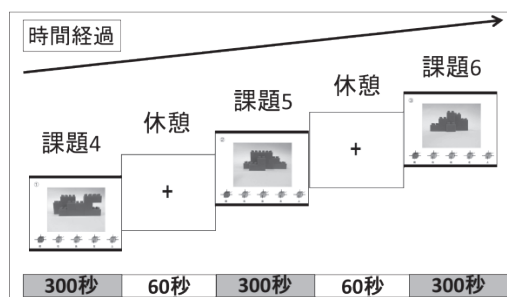


図9 実験手順

3.2.1. 課題4について

課題4の立体図形は、ブロックが左右に広がる形になっており、奥行きはあまりない形で構成されたものである（図10）。

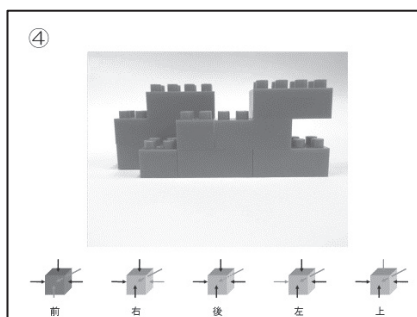


図10 課題4の立体図形

3.2.2. 課題5について

課題5の立体図形は、左右と奥行きのバランスが取れた形のものである（図11）。

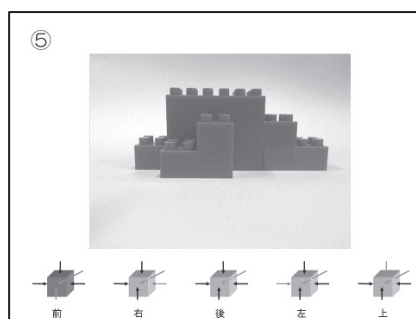


図11 課題5の立体図形

3.2.3. 課題6について

課題6の立体図形は、ブロックが左右に広がっており、奥行きがある形で構成されたものである（図12）。

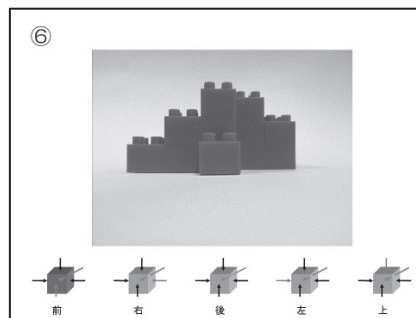


図12 課題6の立体図形

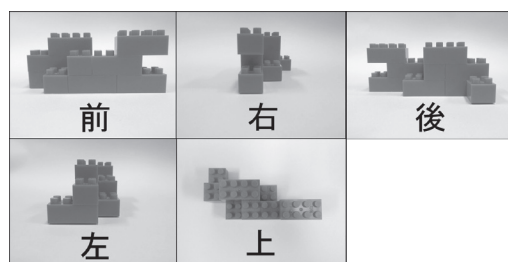


図13 ディスプレイに表示される5画面

3.3. 結果

3.3.1. 解答結果

被験者10名（被験者E～J）の内、課題4は被験者E以外全員正答である（被験者Eは2箇所誤答）。課題5は被験者全員正答である。課

題6は被験者H以外全員正答である（被験者Hは2箇所誤答）。

表4は、10名の各課題の所要時間とその平均である。平均において、最も所要時間が長いのは、課題4であり、続いて課題6、課題5の順となっている。

表4 各被験者の立体作製所要時間（秒）

	課題4	課題5	課題6
被験者E	114	90	82
被験者F	279	135	216
被験者G	180	53	247
被験者H	73	88	300
被験者I	170	109	273
被験者J	130	70	93
被験者K	189	147	194
被験者L	197	98	102
被験者M	288	293	140
被験者N	167	98	102
平均	178.7	118.1	174.9

3.3.2. 視線移動計測データ分析方法

図14、図15は、実験遂行途中の被験者とリアルタイムのデータ（ディスプレイ表示）である。いずれも、図内の矢印の先にある「2つの印（左右の視線）」が注視点である。図14は、被験者がディスプレイを注視しており、図15は、被験者が手元の立体を注視していることが確認できる。



図14 被験者が画面を見ている場面



図15 被験者が立体を見ている場面

このように、被験者は、ディスプレイと立体の双方を見ながら立体を作製していた。そこで、分析の方法として、被験者がディスプレイの前・右・後・左・上を見ていた時間と手元の立体に視線を向けていた時間を1秒ごとに分類し、それを時系列データにすることとした。

図16は、被験者Fの課題1における開始直後から30秒間の時系列データである。灰色の部分には実際にディスプレイを注視している時間であり、黒い部分は立体を注視している時間である。灰色の部分が多く黒色の箇所が少ないため、被験者は主にディスプレイを注視していることがわかる。

図17は、被験者Iの課題1における課題開始100秒後から130秒後までの30秒間の時系列データである。灰色の部分が多く黒色の箇所が多いため、被験者は主に立体を注視していることがわかる。

図18は、被験者Fの課題2における課題開始90秒後から120秒後までの30秒間の時系列データである。灰色の箇所と黒色の箇所が交互に配置されており、被験者が立体とディスプレイを交互に注視していることがわかる。

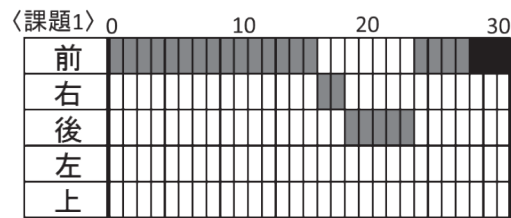


図16 ディスプレイを注視 (被験者F)

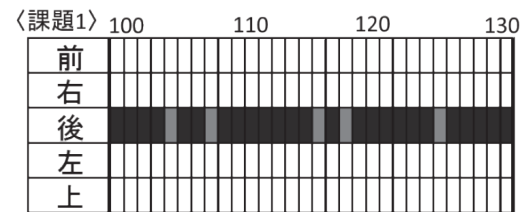


図17 立体を注視 (被験者I)

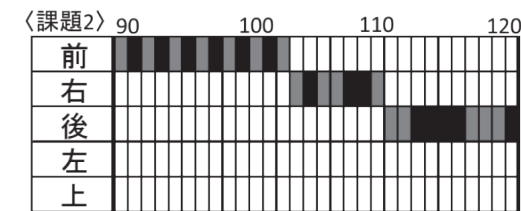


図18 ディスプレイと立体を交互に注視 (被験者F)

3.3.3. 注視点の特徴

表5は、各被験者がどこを注視していたのかについて、ディスプレイの前・右・後・左・上の5方向と立体の6つに分類して、それぞれの秒数を示したものである。

	課題4		課題5		課題6	
被験者E	注視点	秒	注視点	秒	注視点	秒
	前	20	前	20	前	24
	右	7	右	6	右	9
	後	37	後	18	後	13
	左	8	左	6	左	3
	上	3	上	4	上	4
	立体	39	立体	36	立体	29
被験者F	注視点	秒	注視点	秒	注視点	秒
	前	99	前	51	前	59
	右	48	右	10	右	3
	後	8	後	10	後	24
	左	8	左	4	左	8
	上	10	上	7	上	24
	立体	102	立体	57	立体	97
被験者G	注視点	秒	注視点	秒	注視点	秒
	前	57	前	23	前	56
	右	11	右	0	右	30
	後	39	後	5	後	28
	左	3	左	0	左	18
	上	13	上	4	上	15
	立体	57	立体	21	立体	100
被験者H	注視点	秒	注視点	秒	注視点	秒
	前	21	前	19	前	27
	右	10	右	6	右	25
	後	19	後	13	後	41
	左	5	左	6	左	23
	上	4	上	3	上	30
	立体	52	立体	41	立体	154
被験者I	注視点	秒	注視点	秒	注視点	秒
	前	99	前	51	前	59
	右	12	右	6	右	3
	後	48	後	10	後	24
	左	8	左	4	左	8
	上	10	上	7	上	24
	立体	102	立体	57	立体	97
被験者J	注視点	秒	注視点	秒	注視点	秒
	前	31	前	30	前	25
	右	4	右	3	右	8
	後	41	後	6	後	20
	左	6	左	3	左	4
	上	4	上	2	上	2
	立体	44	立体	26	立体	34
被験者K	注視点	秒	注視点	秒	注視点	秒
	前	48	前	15	前	38
	右	4	右	3	右	14
	後	26	後	62	後	11
	左	6	左	1	左	13
	上	30	上	7	上	27
	立体	75	立体	59	立体	91
被験者L	注視点	秒	注視点	秒	注視点	秒
	前	60	前	36	前	40
	右	11	右	10	右	8
	後	14	後	8	後	9
	左	10	左	7	左	7
	上	6	上	3	上	6
	立体	66	立体	34	立体	32
被験者M	注視点	秒	注視点	秒	注視点	秒
	前	69	前	61	前	37
	右	15	右	2	右	9
	後	20	後	15	後	8
	左	2	左	5	左	3
	上	38	上	30	上	10
	立体	144	立体	180	立体	73
被験者N	注視点	秒	注視点	秒	注視点	秒
	前	19	前	31	前	44
	右	8	右	4	右	18
	後	11	後	32	後	24
	左	23	左	8	左	4
	上	27	上	5	上	7
	立体	48	立体	54	立体	62

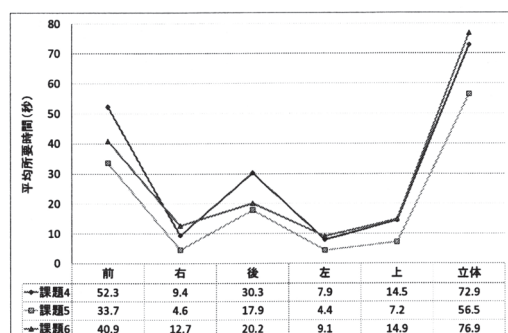


図19 注視点の平均時間 (秒)

図19から、3つの課題の平均で見ると、立体の注視時間の平均は69秒間であるのに対して、ディスプレイ全体（前・後・左・右・上の5方向）の注視時間の平均は93秒間と、ディスプレイの注視時間が24秒間長い結果となった。

また、図19から、ディスプレイの5方向の平均の詳細を見ると、最も長いのが前で、続いて後、上、右、左の順となった。

3.3.4. 立体注視時のディスプレイ

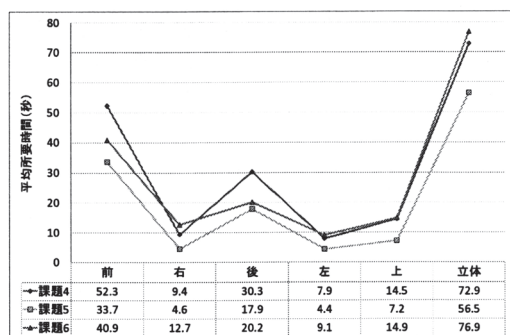


図20 立体注視時のディスプレイ

被験者が立体を注視している時間帯は、主に立体作製が行われていたと予想されるが、その時間帯のディスプレイの画像がどれであったのかということは、被験者の具体的な立体作製の情報取得の具体的なデータを知ることにつながるといえる。

図20は、被験者が立体注視時の時間帯のみを抽出し、その時間帯の前・後・左・右・上の5方向のディスプレイの秒数を整理したものである。

図20より、各課題とも、立体注視時のディスプレイにおいて、前と後を表示している時間が長く、ディスプレイを注視している時間帯と同様の傾向が見られる。

すなわち、情報取得と立体作製は、特定のディスプレイ画像に特化して行われており、様々な方向からの画像を万遍なく見て行われているのではないということが明らかになった。

3.4. 実験2のまとめ

複合立体図形の複数の立面図から立体を作製する課題において、視線移動計測装置による実験を行った結果、次の2点が明らかになった。

- 1) 複合立体図形の把握においては、立体図形の形状がどのようなであっても、ディスプレイ画像の前と後からの情報を多く活用する傾向にある。すなわち、最初に見た画像(前)を基準に、その反対側の後との情報を組み合わせながら立体を頭の中でイメージする傾向にあると考えられる。
- 2) 立体を作製している場面においても、ディスプレイ画像の前面と後面の時間が最も長く、立体の確認とその作製とを、交互に画面と立体を注視することを通して行っていると考えられる。

課題6は、奥行きのある立体であるため、前後方向からの画像情報が少なく、左右方向からの画像情報が多い。このことから、少ない情報

(前・後)を中心に立体作製したために、所要時間が長くなったことが考えられる。

4. 結語

本稿では、大学生を対象に、見取図から立面図を解答する過程、及び立面図から立体を作製する過程時の視線移動の特徴を明らかにした。

見取図から立面図を解答する課題では、隠れて見えない部分や離れた立体部分を把握するために時間を要することなどが明らかになった。立面図から立体を作製する課題では、立体の形状に関わらず、前方向と後方向の立面図を中心に、立体をイメージし、作製していくことが明らかになった。

立体認識過程における視線移動の特徴より、複合立体の形状の把握においては、立体全体を万遍なく考察するよりも、特定の箇所に特化して観察し、想起していく傾向がある。このことを、算数・数学の「図形」領域の教育に活かすとするならば、立体を万遍なく見ているだけでは問題解決にはつながりにくく、立体の中で注視すべき部分や、凹凸部分の詳細な考察方法に対する助言などを積極的に行っていくことが、重要であると考えられる。

今後の課題としては、被験者に課題遂行場面の録画データを視聴させ、立体図形作製過程における方略獲得時点を特定し、その前後の視線移動のデータにおいて、どのような差異が生じるのかを検討することである。そのことにより、立体が「わかる」「把握する」ということの特性解明につなげていきたい。

【付記】

本研究は、平成25年度佛教大学特別研究費、及び科学研究費補助金 基盤研究 (B) (24330252) の助成を受けて実施されたもので

ある。

【参考文献】

- (1) 鈴木正彦 (1980) 3章 図形の体系と展開；横地清、数学教育学序説 上、ぎょうせい、pp.169-201.
- (2) 黒田恭史 (2005) 第VI章 空間図形；横地清監修、検定外・学力をつける算数教科書 第4巻、明治図書出版、pp.158-159.
- (3) 鈴木正彦 (1979) 立体製作の過程分析 - 子どもの箱づくりにみる特徴 -、数学教育学会研究紀要、Vol.20 / No.1・2、pp.17-28.
- (4) Michael S.C. Thomas (2013) Educational neuroscience in the near and far future: Predictions from the analogy with the history of medicine. Trend in Neuroscience and Education, 2, pp.23-26.
- (5) Meng-Lung Lai, et al. (2013) A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. Educational Research Review, 10, pp.90-115.
- (6) 大野健彦 (2002) 視線から何がわかるか - 視線測定に基づく高次認知処理の解明 -、認知科学、9巻4号、共立出版、pp.565-576.
- (7) 岡本尚子、黒田恭史 (2012) 計算課題時の視線計測分析、数学教育学会春季年会発表論文集、pp.70-72.
- (8) 玉宮義之、林安紀子、田代幸代、開一夫 (2014) 教育経験と教室における注意 実際の教育場面における視線計測を通じて、日本認知科学会第31回大会発表論文集、pp.218-220.
- (9) 黒田恭史、中島悠、岡本尚子 (2014) 見取り図から立面図への変換過程時の視線移動の特徴、数学教育学会春季年会発表論文集、pp.230-232.
- (10) 中島悠、黒田恭史、岡本尚子 (2014) 立面図から立体を再現する過程時の視線移動の特徴、第18回数学教育学会大学院生等発表会発表論文集、pp.17-20.